

DaimlerChrysler AG

Zimmermann-Chopin

"EXPRESS MAIL" LABEL NO.: EV 39206730045 18.02.2003
I HEREBY CERTIFY THAT THIS PAPER IS BEING DEPOSITED WITH THE
UNITED STATES POSTAL SERVICE "EXPRESS MAIL POST OFFICE TO
ADDRESSEE" SERVICE UNDER 37 CFR. 1.10 IN AN ENVELOPE ADDRESSED
TO: THE COMMISSIONER OF PATENTS, P.O. BOX 1450, ALEXANDRIA, VA
22313-1450, ON THIS DATE. THE COMMISSIONER IS HEREBY AUTHORIZED
TO CHARGE ANY FEES ARISING HEREFROM AT ANY TIME TO DEPOSIT
ACCOUNT 18-0877.
2-18-04 [Signature]
DATE SIGNATURE

Verfahren und Vorrichtung zur Herstellung von Körpern durch
sequentiellen Materialschichtaufbau

Die Erfindung betrifft die Herstellung von dreidimensionalen
Körpern (3D-Körpern) mittels schichtaufbauender Verfahren
(pulverbasierte generative rapid prototyping Verfahren), ins-
besondere die Herstellung geeigneter Pulverschichten, sowie
5 die Herstellung von 3D-Körpern aus diesen Pulverschichten,
wobei insbesondere beschichtete Pulver Verwendung finden.

Zu den neueren und besonders interessanten pulverbasierten
10 generativen rapid prototyping Verfahren gehört das 3D-
Binderdruckverfahren.

In einer ersten Variante des 3D-Binderdrucks, wird eine
Schicht aus Partikeln oder Granulaten auf eine Unterlage aus-
gebracht und hierauf in vorgegebenen Bereichen, die jeweils
15 einer Schicht eines zu erzeugenden Gegenstandes entsprechen,
mit einer Bindeflüssigkeit befeuchtet. Die Partikel werden in
den befeuchteten Bereichen von der Binderflüssigkeit benetzt
und verklebt. Durch anschließendes Verdampfen der Lösungsmit-
tel in der Binderflüssigkeit haften die Partikel unmittelbar
20 aneinander, wobei sie zumindest in ihren Randbereichen mit-
einander verschmelzen. 3D-Binderdruckverfahren, die sich ins-
besondere auf diesen Typ beziehen, sind beispielsweise aus
den europäischen Patenten EP 0644 809 B1 , EP 0686 067 B1 und
der europäischen Patentanmeldung EP 1 099 534 A2 bekannt.

25

Aus der EP 0 925 169 B1 ist eine weitere Variante des 3D-
Binderdruckverfahrens bekannt, in der Mischungen aus Parti-
keln, Füllern und Klebern eingesetzt werden. Die Binderflüs-

sigkeit wird im wesentlichen nur noch aus einem Lösungsmittel für den in der Mischung enthaltenen Kleber gebildet. Der Kleber kann dabei auch als Beschichtung der Partikel vorliegen. Hieraus sind wasserlösliche Polymere als Pulverbeschichtung und wässrige Binderflüssigkeiten bekannt. Wasserlösliche Systeme haben allerdings den Nachteil, dass sie unter Luftfeuchtigkeit zur Agglomeration oder Verklebung neigen.

Aus der DE 198 13 742 C1 ist ein Verfahren zur Herstellung eines dreidimensionalen Objektes durch sequentiellen Schichtaufbaus durch Aushärtung mit elektromagnetischer Strahlung bekannt. Es wird eine Vorrichtung zur elektrischen Entladung der schichtbildenden Partikel in der Dosiervorrichtung vorgeschlagen, um eine Verstopfung in der Austrittsöffnung zu vermeiden.

Die bekannten Verfahren haben den Nachteil, dass die Partikel häufig beim Verlassen der Dosiervorrichtung und bei der Beschichtung der Unterlage agglomerieren. Im allgemeinen liegen in der Schicht neben den Primärpartikeln daher auch mehr oder weniger große Agglomerate vor, die zu ungleichmäßigen Pulverschichten und Defekten in den hieraus gebildeten Körpern führen. Agglomerate stören insbesondere bei der Verwendung einer Glättungsvorrichtung für die ausgebrachte Pulverschicht.

Für die Herstellung homogener Körper in konstanter Qualität muss das Pulver bereits beim Verlassen der Dosiervorrichtung im wesentlichen agglomeratfrei sein. Auch eine Wiederaufladung der Partikel durch gegenseitige Reibung beim Verlassen der Dosiervorrichtung ist zu vermeiden.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, ein Verfahren zur Herstellung von im wesentlichen agglomeratfreien, sowie möglichst dünnen und homogenen Pulverschichten für die Herstellung eines 3D-Körpers durch sequentielle Ablage von Pulverschichten und deren definierter Aushärtung anzugeben, sowie

eine zur Erlangung dieser Pulverschichten geeignete Vorrichtung aufzuzeigen.

Die Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren nach Anspruch 1,
5 eine Vorrichtung nach Anspruch 12, sowie einem Stoff nach Anspruch 18.

Bevorzugte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

10

Eine bevorzugte Ausgestaltungen einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Herstellung der Pulverschichten, im folgenden Recoating-System genannt, wird anhand der Fig. 1 näher erläutert.

15

Dabei zeigt:

Fig. 1 die Prinzipskizze der Pulverausbringung einer 3D-Binderdruckanlage in der Seitenansicht, enthaltend einen Pulvervorratsbehälter (1), einen Dosierspalt (2), eine Pulverfördereinheit (3), eine Förderkante (4), einzelne Partikel (5), Ionisierungseinheiten (6, 6'), Ladungswolken (7, 7'), eine elektrisch isolierte Klinge (8), die Klingenkante (9), die zu glättende Pulverschicht (10), einen Wärmestrahler (11) und verklebte Pulverpartikel (12).

25

Als erstes Element des Recoatingsystems ist eine Dosiervorrichtung vorgesehen, die die Komponenten Pulvervorratsbehälter (1), Dosierspalt (2), Pulverfördereinheit (3) und Förderkante (4) umfasst. Das Pulvermaterial wird im Pulverbehälter bevorratet und auf eine Fördereinheit (3) dosiert. Dabei erfolgt die Dosierung bevorzugt mittels eines Dosierspaltes (2) der durch eine begrenzende Fläche des Pulverbehälters und die Pulverfördereinheit gebildet wird. Die Fördereinheit weist dabei die gesamte Breite der zu bildenden Pulverschicht auf.
30 Der Spalt kann gegebenenfalls in Förderrichtung durch eine begrenzende Fläche oder ein Abdeckblech verlängert werden. Die Fortbewegung des Pulvers wird durch ein Förderband er-

35

reicht. Das Pulver verlässt die Fördereinheit an einer Förderkante (4). Darauf kann das Partikel (5) ungehindert auf die Unterlage beziehungsweise das bereits gebildete Pulverbett fallen. In der Abbildung sind als Partikel (5) Agglomerate aus kleineren Primärpartikeln angedeutet. In der Nähe der Förderkante ist eine Ionisierungseinrichtung (6) angebracht, die geladene Teilchen erzeugt, oder ionisiertes Gas zuströmen lässt. Hierdurch werden die Partikel (5) geladenen Teilchen ausgesetzt, die zu deren Entladung führen. Bevorzugt wird eine Ionenwolke aus geladenen Teilchen (7) gebildet, durch die die Partikel (5) hindurchfallen. Dabei werden die Partikel entladen und desagglomert.

Die so gebildeten Primärpartikel fallen auf die Unterlage oder das Pulverbett, die das zweite Element des Recoating-Systems bilden. Hier bilden sie eine zusammenhängende neue Pulverschicht (10) aus. Diese Pulverschicht wird darauf mittels einer elektrisch isolierten Klinge (8) glattgestrichen. Die Klinge erstreckt sich dabei über die gesamte Breite der Pulverschicht. Die hierbei durch Reibung entstehende Neuaufladung der Partikel wird durch eine weitere Ionisierungseinrichtung (6') verhindert. Die Klinge schiebt dabei bevorzugt eine Ionenwolke (7') vor sich her.

Die Klingenkante (9) ist bevorzugt so ausgebildet, dass die Klinge das Pulver in einer rollenden Bewegung vor sich her schiebt. Dies wird beispielsweise durch einen geeigneten Anstellwinkel und eine auf die Partikelgröße abgestimmte Rundung an der Klingenkante (9) erreicht.

Nach dem Glattstreichen der Schicht erfolgt die Verklebung und Aushärtung definierter Bereiche der Pulverschicht (12), wobei der Zusammenhalt der Partikel innerhalb der neuen Schicht als auch dieser Partikel mit der Unterlage errichtet wird. Dies wird durch Befeuchten mit einer Binderflüssigkeit erreicht, welche in der Schicht vorhandene Kleber aktiviert. Die Trocknung der befeuchteten Bereiche wird durch einen Wärmestrahler (11) unterstützt.

Der Dosierspalt (2) hat eine Breite im Bereich von 100 μm bis einigen mm. Typischerweise ist Spaltbreite ein vielfaches der Dicke der später zu erzeugenden Pulverschicht. Die Fördermenge kann mittels der Fördereinrichtung (3) genau eingestellt werden, insbesondere über deren Länge. Die Fortbewegung des Pulvers kann beispielsweise durch Vibrationseinheiten in der Fördereinheit unterstützt werden. Bevorzugt wird über die Fördereinrichtung nur die für die Schichtbildung benötigte Menge, ohne Materialüberschuss zudosiert.

10

Wie aus der Fig. 1 ersichtlich verlassen die Partikel die Förderkante (4) quasi im freien Fall. Da sich die Partikel im Fall kaum noch gegenseitig behindern, führt dies zu einer sehr hohen Kontaktfläche mit den geladenen Teilchen und einer sehr effizienten Entladung der Teilchen. Da die Partikel sich im Fall auf die Unterlage nicht gegenseitig berühren wird auch eine erneute elektrostatische Aufladung verhindert.

15

Die Ionisierungseinrichtung (6) kann beispielsweise aus mehreren Entladeelektroden bestehen, die direkt vor und/oder hinter der Förderkante (4) angeordnet sind. Die Elektroden dienen zur Erzeugung eines starken elektrischen Feldes zur Ionisierung der umgebenden Atmosphäre. Das Arbeitspotential der Elektroden liegt typischerweise im Bereich von -10 bis +10 kV.

20

25

In einer besonders bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung besteht die Ionisierungseinrichtung aus einer Zuleitung für ionisiertes Gas. Dabei ist es zweckmäßig den Gasstrom gleichsinnig mit den fallenden Partikeln (5) zu führen.

30

Die mit der erfindungsgemäßen Dosiervorrichtung neugebildete Pulverschicht weist typischerweise eine Dicke mehrerer mittlerer Partikeldurchmesser auf. Bevorzugt liegt sie im Mittel bei ca. 50 μm bis einige mm. Im allgemeinen wird keine Schicht gleichmäßiger Dicke gebildet.

35

Erfindungsgemäß ist daher ein Glättdevorrichtung zur Erzeugung gleichmäßiger Schichten vorgesehen. Die Glättdevorrichtung

kann beispielsweise aus einer Walze oder Rakeln aufgebaut sein.

Bevorzugt wird eine Klinge verwendet, die im für die Schichtdicke gewünschten Abstand über die Schicht geführt wird. Das Material wird glattgestrichen und egalisiert. Überschüssiges Pulvermaterial wird vor der Klinge hergeschoben.

Nach dem Glattstreichen und Egalisieren beträgt die mittlere Schichtdicke bevorzugt ca. 20 bis 250 μm .

Erfindungsgemäß ist in unmittelbarer Nähe zur Pulverschicht vor der Klinge eine Ionisierungsvorrichtung (6') vorgesehen. Diese kann ebenfalls durch Entladeelektroden oder eine oder mehrere Zuleitungen für ionisiertes Gas gebildet werden.

Die Klinge, insbesondere die im Kontakt mit dem Pulver stehende Kante der Klinge, ist elektrisch isoliert. Hierdurch wird die Wirkung der durch die Ionisierungseinrichtung gebildeten Ionenwolke (7') verstärkt.

Die Kante der Klinge kann aus Hartmetallen oder Stahl bestehen. Besonders bevorzugt ist die Klinge, oder zumindest deren Kante, aus einem elektrischen Nichtleiter gebildet, besonders bevorzugt aus einer Oxid-, Carbid- oder Nitridkeramik, wie beispielsweise Al_2O_3 , ZrO_2 , SiC oder Si_3N_4 .

Aufgrund der sehr lockeren und nahezu agglomeratfreien Schichtung ist es aber auch möglich das Klingenmaterial aus einem vergleichsweise weichen Material, wie Kunststoffen zu fertigen. Besonders bevorzugt ist die Klinge dann aus PTFE (Polytetrafluorethylen) gefertigt.

Ein weiterer Aspekt der Erfindung betrifft das Pulvermaterial beziehungsweise deren Partikel.

Zu den als Pulvermaterial geeigneten Metallen gehören insbesondere die Metalle, Legierungen und intermetallische Phasen aus Elementen der Gruppe Al, Ti, Nb, Cr, Fe, Co, Ni, W, Mo, Zn, Cu, Ag, Au, Sn, Pt und/oder Ir.

Zu den als Pulvermaterial geeigneten Keramiken gehören insbesondere die Oxide, Carbide und/oder Nitride aus mindestens einem Element der Gruppe B, Al, Si, Al, Ti, Zr, Mg, und/oder Ca.

5

Zu den als Pulvermaterial geeigneten Kunststoffen gehören insbesondere Polyester, Polyolefine, Polyurethane, Polyetheretherketone, Polyamide, Polyimide und Poly(meth)acrylate.

10 In einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung werden mit Klebemitteln beschichtete Partikel verwendet. Die Klebemittel sind dabei insbesondere durch Binderflüssigkeiten, durch Belichtung oder durch Laserstrahlung aktivier- und aushärtbar.

15 Erfindungsgemäß werden hydrophobe Beschichtungen der Partikeloberflächen bevorzugt. Hierdurch lassen sich auch unter Zutritt von Luftfeuchtigkeit Pulverschichten mit wenigen Partikellagen, je nach Ausgangspulver sogar nur aus einer einzigen Partikel-Monolage aufbringen. So sind mit dem erfindungs-
20 gemäßen Verfahren und hydrophob beschichteten Partikeln minimale Schichtdicken der ausgebrachten Pulverschicht von unter 40 µm, je nach Ausgangspartikeln auch unter 15 µm möglich.

Die Dicke der Beschichtung liegt dabei bevorzugt im Bereich
25 von 0,1 bis 10% des mittleren Durchmessers des Pulvermaterials. Typischerweise liegt die Dicke der klebemittelhaltigen Schicht bei 50 nm bis 5 µm. Die bevorzugte Menge an Klebemittel liegt im Bereich von 0,2 bis 10 Gew% des jeweils beschichteten Pulvermaterials.

30

Die Beschichtung kann gegebenenfalls neben Klebemitteln auch Feinkornmaterial aus Kunststoff, Metall oder Keramik enthalten.

35 Zu den für die Aktivierung mittels Binderflüssigkeit besonders geeigneten Klebemitteln gehören organische oder metallorganische Polymere mit geringer Wasserlöslichkeit aber guter

Löslichkeit in organischen Lösungsmitteln, insbesondere Poly(Meth)acrylate, Polyester, Polyolefine, Polyvinyle, Polystyrole, Polyvinylalkohole, Polyurethane, Wachse oder Phenolharze. Besonders bevorzugte Klebemittel sind Polyvinylpyrrolidone oder Polyvinylbutyrale.

In einer bevorzugten Ausgestaltung des generativen RP Verfahrens wird der 3D-Binderdruck mit polymerbeschichtetem Pulvermaterial und Binderflüssigkeiten auf der Basis organischer Lösungsmittel gewählt. Die Aktivierung des Klebemittels erfolgt durch Auflösung oder Quellung der Beschichtung und die Verklebung durch Verdunstung der Binderflüssigkeit. Dabei wird die Menge an Binderflüssigkeit bevorzugt so gewählt, dass sie für die Auflösung des gesamten in der Beschichtung gebundenen Klebers nicht ausreicht. Insbesondere werden auch die Bindephasen gegebenenfalls eingesetzter Granulate nicht aufgelöst. Vielmehr ist die Menge der Binderflüssigkeit so dosiert, dass sie nur zum Auf- oder Anlösen an den Berührungspunkten, beziehungsweise -flächen, benachbarter Partikel ausreicht. Die Anreicherung der Binderflüssigkeiten in diesen Kontaktzonen wird durch die Kapillarwirkungen unterstützt. Bevorzugt liegt die zur Befeuchtung des Pulvers verwendete Menge an Binderflüssigkeit im Bereich von 5 bis 70 Vol% des zu beschichtenden Pulvervolumens. Besonders bevorzugt liegt die Menge an Binderflüssigkeit beim 5 bis 25-fachen Volumen des in der Beschichtung vorhandenen Klebers.

Ebenso ist es aber auch möglich, dass das Klebemittel zumindest teilweise über die Binderflüssigkeit zudosiert wird.

30

Zu den bevorzugten Lösungsmitteln in der Binderflüssigkeit gehören C2- bis C7-Alkohole, insbesondere Ethylalkohol, (iso)Propanol oder n-Butanol, C3- bis C8-Ketone, wie beispielsweise Aceton oder Ethyl-Methyl-Keton, cyclische Ether, wie Tetrahydrofuran, oder Polyether, wie Methoxyethanol, Dimethoxydiethylenglykol oder Dimethoxytriethylenglykol. Im Falle der Verwendung von wachsartigen Klebern sind niedermo-

35

lekulare aliphatische Kohlenwasserstoffe, insbesondere cyclische oder lineare C6 bis C8 Aliphaten bevorzugt.

5 In einer weiteren Ausgestaltung des 3D-Binderdruckverfahrens wird das Klebemittel zumindest zum Teil zusammen mit dem Pulvermaterial in die Pulverschicht eingebracht. Die Klebemittelpartikel sind dabei bevorzugt wesentlich kleiner als die Partikel des Pulvermaterials.

10 Sofern die Partikel beschichtet sind, kann die Beschichtung gegebenenfalls auch feste Wirkstoffe aus Kunststoff, Keramik oder Metall enthalten.

15 Der Kleber kann in der Partikelschicht durch einzelne Klebpartikel, durch Beschichtung der Partikel oder durch die Binderflüssigkeit eingebracht werden.

20 Die Erfindung hat den Vorteil einer ausgesprochen guten Tiefenauflösung. So sind sehr fein strukturierte 3D-Körper erhältlich, bei denen die überwiegende Zahl der den Körper bildenden miteinander verklebten Partikelschichten eine Dicke unterhalb 100 µm aufweist. Es ist sogar möglich Körper herzustellen, bei denen die Dicke der Partikelschichten im wesentlichen nur noch dem mittleren Durchmesser der einzelnen Partikel entspricht.

25 Eine erfindungsgemäß bevorzugte Anwendung der mittels Keramik-Pulvermaterial gewonnenen 3D-Körper liegt in der Gießertechnik und dem Formenbau. So eignen sich beispielsweise durch SiO₂-Feinkornmaterial gebundene Al₂O₃-, oder ZrSiO₄-Keramik als Formen oder Einlegeteile beim Feinguss von Metallen.

35 Eine erfindungsgemäß bevorzugte Anwendung der mittels Kunststoff-Pulvermaterial gewonnenen Körper liegt bei der Herstellung von Formkernen für den Aufbau von Gussformen. Durch Besandung oder Beschlickerung können aus den Kunststoffkörpern

beispielsweise Gushohlformen für den Metallguss erzeugt werden.

Die erfindungsgemäßen porösen metallischen Körper eignen sich
5 beispielsweise für Anwendungen in Wärmetauschern oder Katalysatoren. Durch Nachsintern oder geeignete Nachverdichtung können Kleinst- und Mikrobauerteile für unterschiedlichste feinmechanische Anwendungen gefertigt werden. Auch die Verwendung im Werkzeugbau ist möglich.

DaimlerChrysler AG

Zimmermann-Chopin

18.02.2003

Patentansprüche

1. Verfahren zur schichtweisen Herstellung eines dreidimensionalen Körpers, umfassend die mehrfache Abfolge der Schritte
 - Ausbringen einer Schicht aus Partikeln, mittels einer Dosiervorrichtung auf einer Unterlage
 - Aktivierung eines auf den Partikeln und/oder in der Partikelschicht vorhandenen Klebemittels in definierten Bereichen
 - Verfestigung des aktivierten Klebemittels und Verklebung von Partikeln innerhalb der Schicht und mit der Unterlaged a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass die Partikelschicht vor dem Aktivieren des Klebemittels ionisierten Teilchen ausgesetzt und hierauf mittels einer elektrisch isolierten Klinge glattgestrichen wird.
2. Verfahren zur schichtweisen Herstellung eines dreidimensionalen Körpers nach Anspruch 1
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass die Partikel während oder direkt nach dem Verlassen der Dosiervorrichtung ionisierten Teilchen ausgesetzt werden und/oder frei durch eine Ladungswolke ionisierter Teilchen fallen.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass die Ladungsunterschiede auf den Partikeln durch die ionisierten Teilchen abgebaut werden.
4. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

dass die ausgebrachte Schicht vor dem Glattstreichen im wesentlichen frei von Partikel-Agglomeraten ist.

5. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine der Pulverschichten nach dem Glattstreichen eine Dicke unterhalb 100 µm aufweist.
6. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Partikel mit einem aktivierbaren Klebemittel beschichtet sind.
7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Klebemittel aus Polymeren besteht, die in einer Binderflüssigkeit auf der Basis organischer Lösungsmittel löslich sind.
8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Klebemittel in definierten Bereichen durch eine Binderflüssigkeit aktiviert wird.
9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Binderflüssigkeit zumindest zum Teil durch Einwirkung von Wärmestrahlung wieder verfestigt wird.
10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Menge der zugeführten Binderflüssigkeit nur zur Befeuchtung bis in eine Tiefe von maximal 20 mittleren Partikeldurchmessern der Pulverpartikel ausreicht.
11. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet,

dass das Klebemittel aus Polymeren besteht, die durch Bestrahlung mit Laserlicht sintern oder aufschmelzen.

12. Verfahren nach Anspruch 11,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass das Klebemittel mittels Laserbestrahlung in definierten Bereichen aufgeschmolzen oder versintert wird.

13. Vorrichtung zum schichtweisen Aufbau von dreidimensionalen Körpern aus verklebten Partikeln, umfassend

- eine Fördereinrichtung (3) zur Ausbringung von Partikeln (5)

- eine Glättungsvorrichtung (8) zum Glattstreichen der ausgebrachten Partikelschicht

- eine Bindermitteldüse oder eine Laserlichtquelle zur Aktivierung eines auf den Partikeln und/oder der Partikelschicht vorhandenen Klebemittels,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass mindestens eine Ionisierungseinrichtung (6') an der Glättungsvorrichtung (8) vorgesehen ist, die geladene Teilchen (7') auf die ausgebrachten Partikel abgibt.

14. Vorrichtung nach Anspruch 13,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass mindestens eine weitere Ionisierungseinrichtung (6) vorgesehen ist, die geladene Teilchen (7) auf die Partikel (5) beim oder direkt nach dem Verlassen der Fördereinrichtung (3) abgibt.

15. Vorrichtung nach Anspruch 13 oder 14,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass die Ionisierungseinrichtungen (6, 6') dazu geeignet sind die elektrische Aufladung der Partikel abzubauen.

16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 13 bis 15,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

dass eine elektrisch isolierte Klinge (8) vorgesehen ist, welche die ausgebrachten Partikel in der Schicht glattstreichet.

17. Vorrichtung nach Anspruch 1~~2~~ oder 1~~4~~,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass mindestens eine Ionisierungseinrichtung eine Wolke aus ionisierter Luft erzeugt, die während dem Glattstreichen vor der Klinge hergeschoben wird.
18. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1~~2~~ bis 1~~7~~,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass eine Bestrahlungseinrichtung (11) für Wärmestrahlung zur Trocknung der Partikelschicht vorgesehen ist.
19. Dreidimensionale Körper aus verklebten Partikelschichten erhältlich mit einem Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 1~~2~~ und herstellbar in einer Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1~~3~~ bis 1~~8~~
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass die überwiegende Zahl der den Körper bildenden miteinander verklebten Partikelschichten eine Dicke unterhalb 100 µm aufweist.
20. Dreidimensionale Körper nach Anspruch 1~~9~~,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass die Dicke der Partikelschichten im wesentlichen dem mittleren Durchmesser der einzelnen Partikel entspricht.

DaimlerChrysler AG

Zimmermann-Chopin
18.02.2003Zusammenfassung

Verfahren zur schichtweisen Herstellung eines dreidimensionalen Körpers (generativen rapid prototyping), insbesondere durch den 3D-Binderdruck, umfassend die mehrfache Abfolge der

5 Schritte Ausbringen einer Partikelschicht, Aktivierung eines auf den Partikeln und/oder in der Partikelschicht vorhandenen Klebemittels in definierten Bereichen, sowie Verklebung der Partikel miteinander und mit der darunterliegenden Schicht, wobei die Partikelschicht vor dem Aktivieren des Klebemittels

10 durch ionisierte Teilchen elektrisch entladen und mittels einer elektrisch isolierten Klinge glattgestrichen wird, sowie eine zur Ausbringung dünner Partikelschichten geeignete Vorrichtung, umfassend mindestens eine Ionisierungseinrichtung.